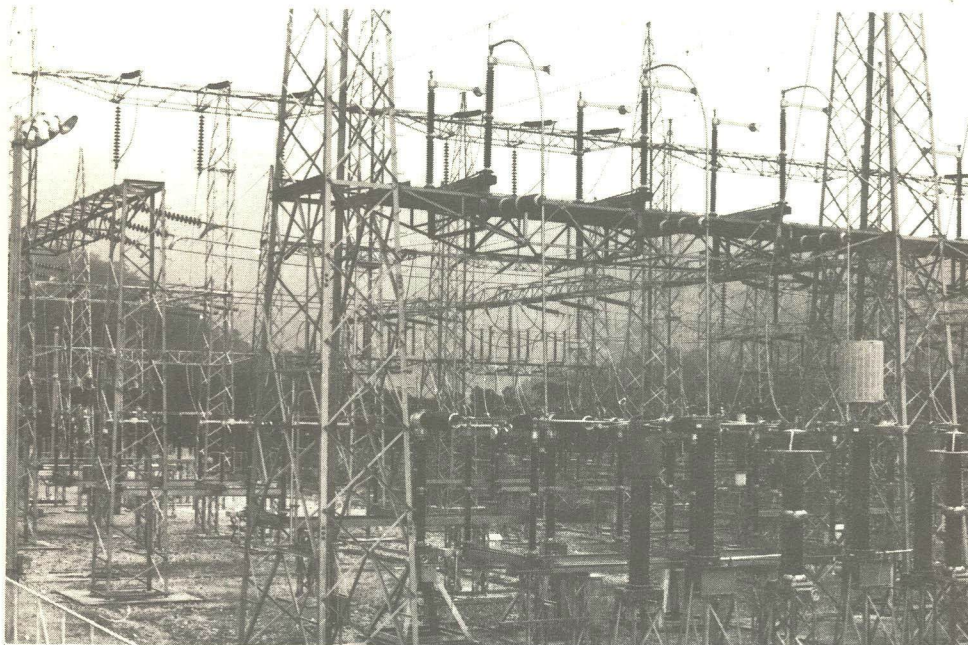


PROYECTO ELECTRICO

Operación de Subestaciones de energía



BLOQUE MODULAR:

OPERACION DE SUBESTACIONES DE ENERGIA

1

Módulo instruccional:

TOMA DE INFORMACION Y DILIGENCIAMIENTO DE PLANILLAS

10



Empresas Públicas de Medellín

ELABORACION DEL MATERIAL:

Ing. HUMBERTO JARAMILLO T. — Instructor SENA —
Regional Antioquia — Chocó.

COLABORACION TECNICA

Ing. RAFAEL PEREZ C., Jefe Departamento Transmisión
y Transformación de Empresas Públicas de Medellín.

Ingos. Departamento Transmisión y Transformación de
E. P. M.

Dr. MARIO LOPEZ V., Jefe Departamento Capacitación y
Desarrollo E.P.M.

COORDINACION — SENA
Regional Antioquia — Chocó

Ing. ALIRIA BARRERA P. — Asesor de Empresas

COORDINACION DISEÑO TECNICO
PEDAGOGICO

Ing. HUMBERTO VENEGAS T. Asesor de Empresas
SENA — Regional Bogotá.

Derechos Reservados al

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE — SENA

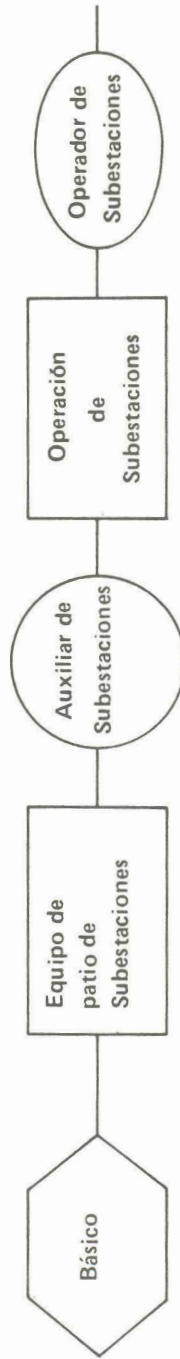
Medellín, Colombia 1987

TOMA DE INFORMACION Y DILIGENCIAMIENTO DE PLANILLAS

MODULO INSTRUCCIONAL 10

UNIDAD 1

OPERACION DE SUBESTACIONES DE ENERGIA



C O N T E N I D O

INTRODUCCION

OBJETIVO

1. TOMA DE INFORMACION

A. TIPOS DE INSTRUMENTOS INDICADORES

1. MEDIDORES DE LECTURA A REGISTRO
2. MEDIDORES CICLOMETRICOS
3. INDICADORES DE AGUJA
4. SISTEMAS TACOMETRICOS

B. LECTURA DE INSTRUMENTOS DE MEDIDA

1. INSTRUMENTOS CON AGUJA INDICADORA

- a. CALIBRE DEL INSTRUMENTO
- b. TIPO DE ESCALA
- c. TECNICAS DE LECTURA

2. INSTRUMENTOS CON INDICACION DIGITAL

3. OTROS INSTRUMENTOS

- a. FASCIMETRO
- b. FRECUENCIMETRO

II. DILIGENCIAMIENTO DE PLANILLAS

III OPERACION DE EQUIPO AUXILIAR

A. BANCO DE BATERIAS

1. CONSTITUCION DE LA BATERIA

- a. RECIPIENTE
- b. PLACAS
- c. SEPARADORES
- d. ELECTROLITO
- e. CONEXIONES

2. INSTRUMENTOS DE MEDICION PARA EL GRUPO DE BATERIAS

- a. DENSIMETRO
- b. MEDIDA DE TENSION EN LAS BATERIAS

B. CARGADOR DE BATERIA

C. PLANTA DE EMERGENCIA

D. COMPRESORES

E. EQUIPO DE COMUNICACION

F. INVERSOR

RESUMEN

BIBLIOGRAFIA

I N T R O D U C C I O N

Adquiridos por usted los conocimientos suficientes sobre los diferentes equipos ubicados en el patio de una subestación, y de la importante función que cumple cada uno de ellos para la adecuada operación no solamente de la propia subestación, sino del sistema en general; habrá tomado plena conciencia de que es indispensable la permanente y periódica toma de información sobre la operación de los equipos.

En el presente módulo instruccional, usted encontrará orientaciones para realizar adecuadamente la toma de información y el diligenciamiento de las correspondientes planillas; tarea muy importante y de gran responsabilidad para el auxiliar de subestaciones.

La operación del equipo auxiliar es igualmente importante dentro de las tareas que usted realizará en la subestación, razón por la que en esta unidad encontrará información técnica para desarrollar adecuadamente esta labor.

I. TOMA DE INFORMACION

Según se ha visto en los módulos instruccionales anteriores, relativos a los diferentes equipos que se encuentran en el patio de una subestación, algunos de ellos requieren control periódico de una o varias magnitudes y para ello tienen el respectivo sistema indicador cuya lectura debe realizar el auxiliar de la subestación, haciendo simultáneamente el registro en la planilla correspondiente.

Inicialmente nos referimos a la toma de información, sobre estado y condiciones de trabajo del equipo de patio, que constituye parte fundamental de la acción de mantenimiento preventivo de la subestación, y por consiguiente la base para garantizar la calidad y continuidad del servicio a los usuarios, así como la seguridad para quienes trabajan en sus instalaciones

Dependiendo del tipo de subestación y de las normas internas de operación y mantenimiento que tenga cada empresa de energía, usted encontrará diferente tipo de información a tomar, pero de manera general diremos que siempre será necesario registrar la siguiente:

- Nivel de aceite en los transformadores
- Temperatura del aceite
- Estado de la sílica
- Contador de operaciones del TAP
- Número de operaciones de los interruptores
- Número de descargas soportadas por los pararrayos.

A. TIPOS DE INSTRUMENTOS INDICADORES

Los elementos indicadores de la información anterior, fundamentalmente son de las siguientes clases :

1. Medidores de Lectura de Registro:

Su funcionamiento está basado en el giro de las manecillas sobre escalas circulares graduadas de 0 a 9; y al disponerlas en forma lineal y con los correspondientes acoples al interior del instrumento, ofrecen la indicación de cualquier magnitud en una forma sencilla. Fig. 1

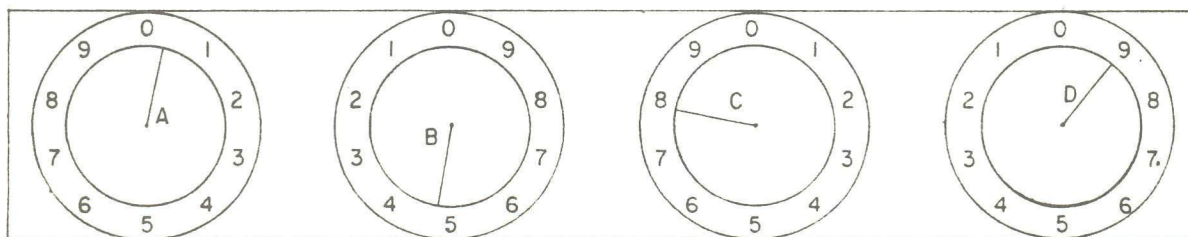


Figura 1

Como puede observarse cada manecilla gira en sentido opuesto a las que están a su lado, y a su vez se requiere una vuelta completa de la manecilla D, para que la manecilla C avance de un dígito al siguiente (ej: de 0 a 1); cuando ésta de una vuelta completa, la manecilla B avanzara de un dígito al siguiente (ej: de 4 a 5).

Al analizar la posición de las manecillas en la figura 1, haremos la siguiente interpretación

- La manecilla A está entre 0 y 1, luego para nuestra lectura debe considerarse 0 ya que la posición intermedia entre 0 y el 1 nos la precisará el conjunto de manecillas B, C. y D.
- La manecilla B está entre 4 y 5, luego para nuestra lectura será de valor 4.
- La manecilla C está entre 7 y 8, luego para el informe el valor tomado será 7
- La manecilla D marca el número 9, luego éste será su valor para la lectura.

Por tanto la magnitud leída será **0479**, y el previo conocimiento de la escala o el orden de magnitud de la indicación del instrumento, nos permitirá indicar las unidades de medida.

Como regla general de lectura tenemos:

- Leer las escalas de izquierda a derecha (A, B, C, D)
- En cada escala tomar siempre el número de los dos entre los que se ubica la manecilla

2. Medidores Ciclométricos:

La lectura de un medidor de este tipo, se hace con base en los dígitos que aparecen en el tablero. Fig. 2

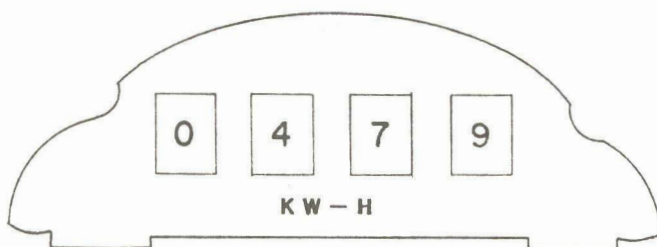


Figura 2

Hay casos en que el tablero indicador del dígito de la extrema derecha tiene color diferente lo que nos indica que corresponde a decimales, y en el caso de la figura 2 nos daría como lectura 47.9 KW – H.

3. Indicadores de Aguja:

Este tipo de medidores permiten leer cualquier magnitud con base en la radicación de una aguja sobre una escala circular graduada. Figura 3

En el caso de la figura 3, la lectura sería 1.3 KW, ya que la aguja está en la posición media entre 1.2 y 1.4.

Es muy importante identificar previamente en cualquier lectura, la unidad de medida que nos da el medidor, ya que el valor numérico puede estar bien leído, pero si anotamos mal la unidad de medida la lectura será completamente errada. En la figura 3, el instrumento indica que la escala está graduada en kilovatios, y por consiguiente nuestras lecturas irán siempre acompañadas de esta unidad de medida.

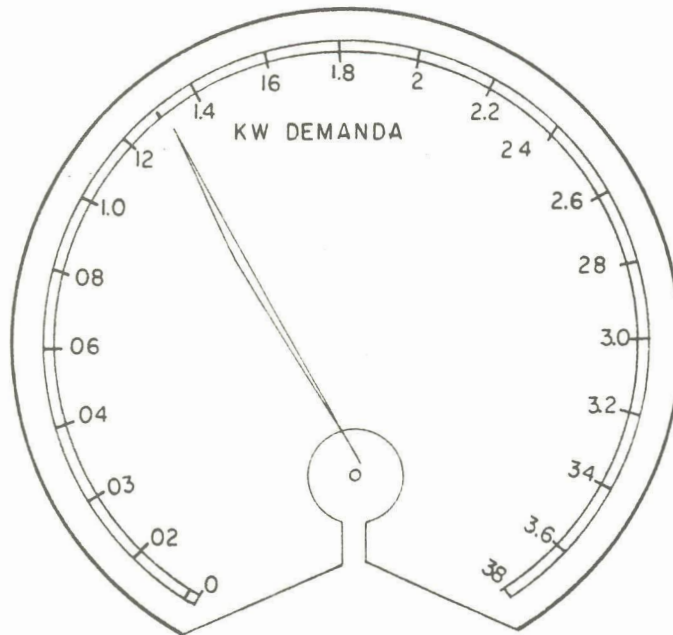


Figura 3

4. Sistemas Tacométricos:

Son especialmente empleados para el conteo de operaciones, permiten leer magnitudes por medio de una pantalla o tablero que registra la cantidad en todo momento. Figura 4.

Adicionalmente a la toma de información sobre los aspectos citados, en toda subestación de energía o estación de transformación es necesario tener información permanente sobre los siguientes aspectos, entre otros:

- Intensidad de corriente que circula por las líneas de distribución y de mando.
- Tensiones de servicio en diferentes partes de la instalación.
- Frecuencia de servicio
- Factor de potencia al que trabajan los diferentes circuitos
- Potencia recibida de las centrales o de otras estaciones, y potencia distribuída a las diferentes líneas.

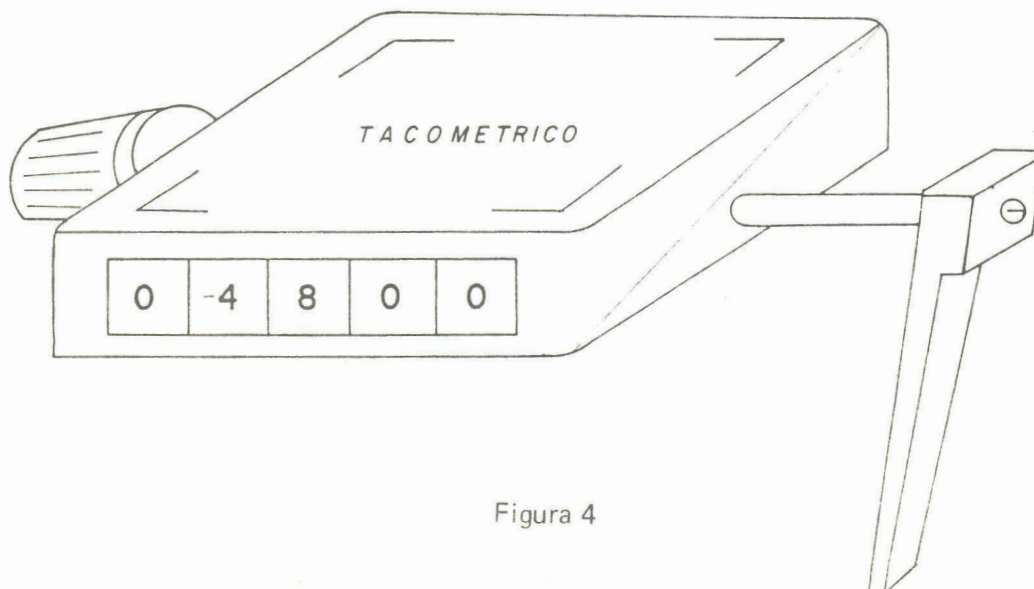


Figura 4

La lectura de las anteriores magnitudes se hace en instrumentos de medida, ubicados en la sala de control, y que podemos considerar agrupados en tres Clases:

- Aparatos indicadores: En los que por medio de una aguja que se desplaza sobre una escala graduada, o por sistemas electrónicos digitales; se puede visualizar directamente la magnitud o valor numérico que se está midiendo.
- Aparatos con dispositivo registrador: Llamados corrientemente "aparatos registradores", para anotar gráficamente el curso temporal de las magnitudes de medida. Los aparatos registradores para cuadros de distribución, se emplean para el control de redes de distribución y demás instalaciones eléctricas, permitiendo la posterior comprobación de los procesos del servicio y de las perturbaciones. Figura 5

Se utilizan principalmente dos formas de inscripción:

A tinta, mediante una plumilla de tinta solidaria con la aguja del dispositivo de medida, que escribe sobre una cinta de papel en movimiento.

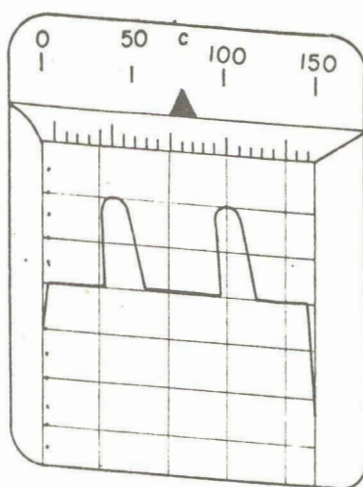


Figura 5

Mediante procedimiento eléctrico: entre el electrodo fijado a la aguja y la cinta de papel en movimiento, sobre la que se adhiere una finísima capa metálica, circula una corriente continua que al formar un pequeño arco eléctrico, va trazando una línea sobre la capa metálica de la cinta de papel.

- Aparatos totalizadores: Estos equipos no miden una magnitud en determinado instante, sino que su sistema de construcción les permite indicar, en cualquier momento, la energía total suministrada, ya que tienen un sistema de registro acumulable.

B. LECTURA DE INSTRUMENTOS DE MEDIDA

1. Instrumentos con Aguja Indicadora:

Para leer adecuadamente el valor real de una medición, en instrumentos de aguja se deben tener muy en cuenta los siguientes aspectos:

a. Calibre del instrumento (Rango o alcance)

Esta característica del aparato nos permite conocer la capacidad de medida en términos de magnitud, es decir, si se puede emplear para determinada medición sin que se deteriore.

Normalmente en la subestaciones, los instrumentos que se encuentran en la sala de control son de rango fijo o sea que ya han sido diseñados para realizar las mediciones de las magnitudes propias del trabajo de la subestación. En otros casos, el rango de medición se puede variar mediante una perilla giratoria cuya punta debe indicar la escala y rango seleccionados Figura 6

En el caso de la figura se ilustra un ejemplo, en el que la perilla giratoria tiene cinco (5) posiciones para seleccionar respectivamente cinco (5) escalas o rangos de medida.

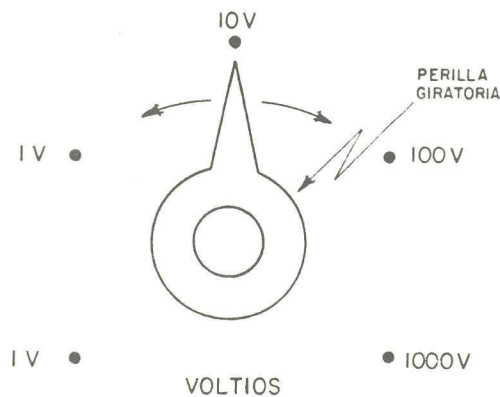


Figura 6

El valor indicado en cada posición (0.1V, 1V, 10V, 100V, 1000V), nos indica que al colocar la perilla en uno de ellos, ese será el mayor valor que puede medir el instrumento en ese rango (en la figura es de 10 voltios)

Si previamente sabemos que el valor para medir debe ser, por ejemplo, cercano a 220 voltios, debemos colocar la perilla giratoria en la posición 1.000V, ya que en cualquiera de las otras, el instrumento se dañaría.

El calibre del instrumento viene dado por el Rango o número mayor que aparezca en la placa de escalas. En el caso de la fig. 6, el rango de ese instrumento sería de 1.000 voltios. (máximo voltaje que podría medir).

b. Tipo de Escala:

Los aparatos de medición que tienen aguja indicadora poseen en su parte frontal un tablero, sobre el que están impresas una serie de divisiones acompañadas de números que reciben el nombre de la escala.

Hay escalas llamadas "lineales", en las que el espacio está uniformemente dividido de acuerdo a las magnitudes, y otras (cuadrática, logarítmica, etcétera), en las que la

distribución del espacio está hecha en proporción (cuadrática, logarítmica, etc.) con la magnitud indicada. Figura 7

En la figura 7, puede observarse que en ambos casos la escala es de 0 a 10 pero en el caso de escala lineal el espacio entre cada dos dígitos es igual; mientras en la no lineal es diferente el espacio que recorre la aguja entre dos números seguidos.

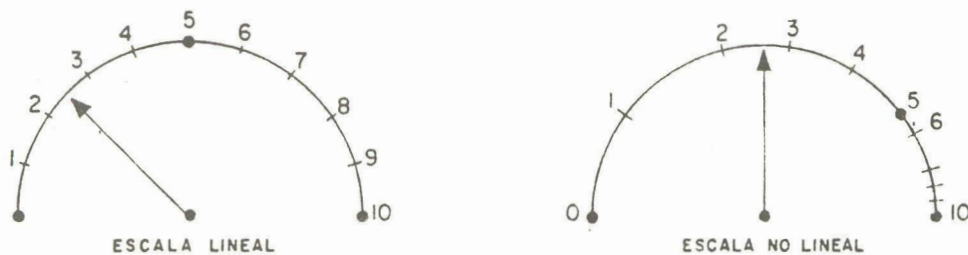


Figura 7

En ambos casos la aguja indica 2.5 y la escala es de 0 a 10, pero las escalas están graduadas según diferentes sistemas.

Las técnicas de lectura son válidas para cualquier tipo de escala que tenga el instrumento.

c. Técnicas de Lectura:

La lectura correcta de un aparato de medición con aguja indicadora, se logra situándose frente al instrumento y mirándolo perpendicularmente, ya que de lo contrario puede afectarse la lectura por el error llamado "de paralaje", y que se debe a la mala posición para la lectura.

Algunos instrumentos tienen en el tablero una parte reflectora o espejo, caso en el cual la lectura adecuada se realiza cuando la aguja y su imagen en el espejo se superpone. Figura 8

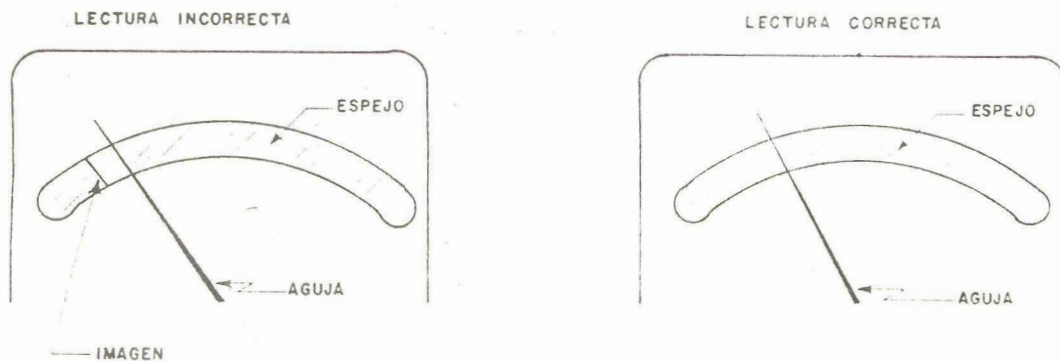


Figura 8

Para efectuar la lectura en la escala de un aparato, usted debe tener en cuenta lo siguiente:

- Las dos cifras (números) que estén escritos sobre la escala y entre los cuales se haya situada la aguja. Figura 9

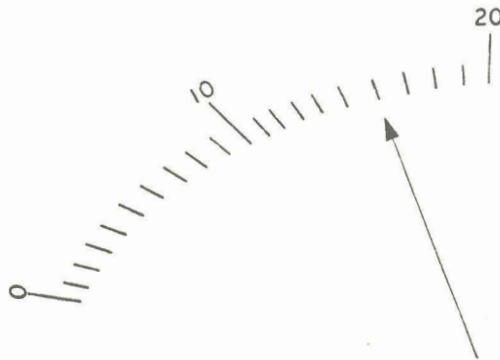


Figura 9

En la figura la aguja se ha colocado entre los números 10 y 20 de la escala, o sea que la lectura debe dar un valor superior a 10, pero inferior a 20.

- La cantidad de subdivisiones entre los dos números.
En la figura 9, cuente los pequeños espacios y encontrará que son diez.
- Hallar el valor de cada espacio.
Para encontrar cuantas unidades representa cada espacio, reste al número mayor, el número menor, o sea:

$$20 - 10 = 10$$

Divida este resultado por la cantidad de pequeños espacios, o sea:

$$\frac{10}{10} = 1$$

El resultado (1), será el valor en unidades de cada espacio recorrido por la aguja.

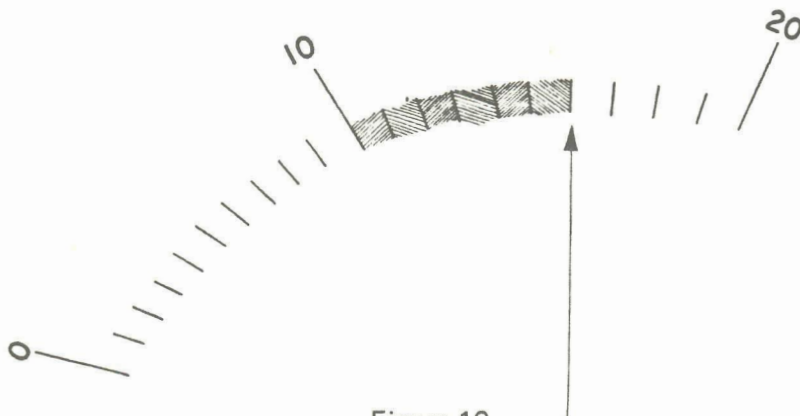


Figura 10

La aguja ha recorrido seis espacios a partir del 10, y como cada 1 vale 1, los seis espacios, figura 10, valen:

$$1 \times 6 = 6$$

Si al número 10 de la escala se le suma el valor de los espacios recorridos: $10 + 6 = 16$, con lo que obtenemos el valor exacto de la lectura, que es 16. Observemos otro ejemplo:

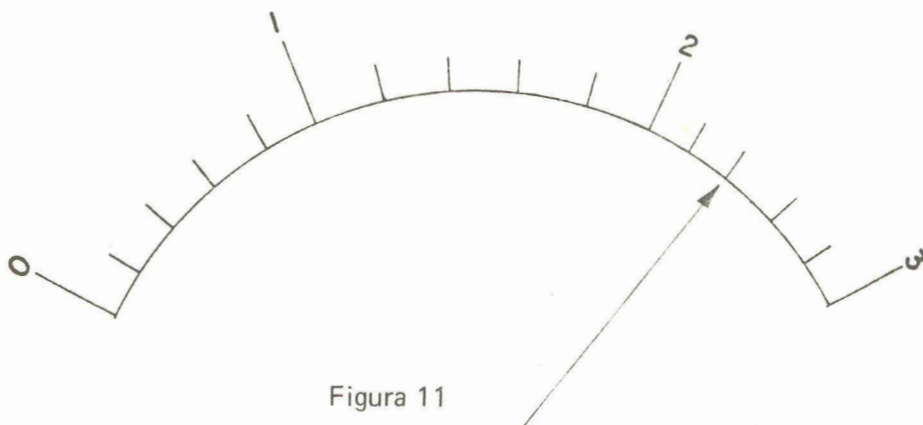


Figura 11

En este caso la aguja se ha situado entre 2 y 3 (Fig. 11) Haga la resta entre ellos.

$$3 - 2 = 1$$

Al contar los pequeños espacios entre 2 y 3, vemos que son cinco. Figura 12.

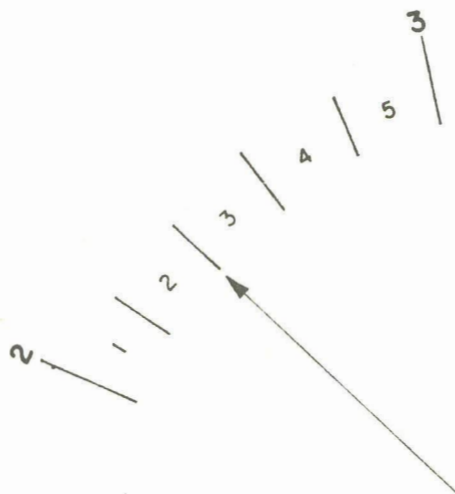


Figura 12

Ahora divida el resultado de la resta entre la cantidad de espacios:

$$\frac{1}{5} = 0,2$$

O sea que cada espacio vale 0,2.

Cuánto valen los dos espacios recorridos por la aguja?

Para saberlo, multiplique el valor de cada espacio por la cantidad de espacios recorridos por la aguja.

O sea que: $0.2 \times 2 = 0.4$

Si al número 2 de la escala, se le suma el valor de los espacios recorridos, se obtendrá el valor de la lectura correcta: $2 + 0.4 = 2.4$

2. Instrumentos con Indicación Digital:

Con el desarrollo tecnológico de los últimos tiempos, se han venido, utilizando con mayor frecuencia los instrumentos electrónicos con indicación digital que indican en una pantalla directamente el valor medido en números. Lo anterior permite obtener lecturas de muy alta precisión ya que se elimina errores debidos a partes mecánicas o a apreciación visual.

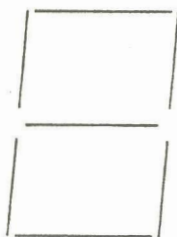


Figura 13

El dispositivo electrónico de los siete segmentos lineales, figura 13, permite la representación visual de cualquiera de los 10 números dígitos que conforman cualquier cifra que nos indica el instrumento. Fig. 14.



Figura 14

Adicionalmente el sistema electrónico permite que, previa selección del rango adecuado, el instrumento indique el punto en forma automática para cantidades con decimales o mayores de 1.000.

Con base en lo anterior, si se está midiendo una tensión cuyo valor es de 1.239 voltios, la pantalla del instrumento aparecerá como en la figura 15.

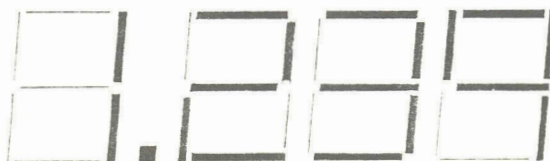


Figura 15

En vista de que la lectura del instrumento con aguja indicadora es muy difícil de lograr con la exactitud que ofrecen los instrumentos electrónicos; es cada vez mayor la utilización de éstos a pesar de que pueden tener precios superiores a los instrumentos convencionales.

3. Otros Instrumentos

Existen otros instrumentos que usted probablemente encontrará en la subestación, que pueden utilizar aguja indicadora, pantalla electrónica o sistema registrador en cinta de papel; razón por la que solamente le daremos información básica sobre su función en la subestación.

a. Fascímetro:

Cuando se requiere conocer permanentemente el valor del factor de potencia, se hace la lectura directamente sobre la escala graduada de un instrumento llamado fascímetro, evitándose la necesidad de hacer el cálculo matemático con base en la lectura simultánea de amperímetros, voltímetros y vatímetros.

Cuando esta última situación se presente, se puede obtener el valor del factor de potencia ($\cos \phi$) de la siguiente forma :

Para corriente continua :
$$\cos \phi = \frac{P}{E \times I}$$

Para corriente trifásica:
$$\cos \phi = \frac{P}{\sqrt{3E \times I}}$$

b. Frecuencímetro:

Para medir la frecuencia de los sistemas eléctricos se utilizan equipos llamados frecuencímetros, siendo muy empleados los llamados frecuencímetros de lengüetas cuyo principio de funcionamiento se basa en la vibración de una serie de lengüetas (Figura 16), que entran en resonancia con la frecuencia a medir, y al vibrar sobre una escala graduada permiten leer el valor de la frecuencia.

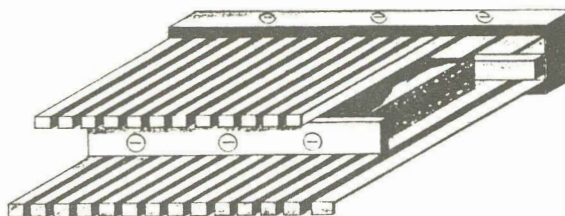


Figura 16

Para la lectura del valor de la frecuencia, se tiene la escala graduada, figura 17, y la vibración de las lengüetas hace que sus extremos doblados produzcan diferentes desplazamientos sobre la escala; debiéndose seleccionar el mayor para tomar la lectura del valor de la frecuencia a medir.

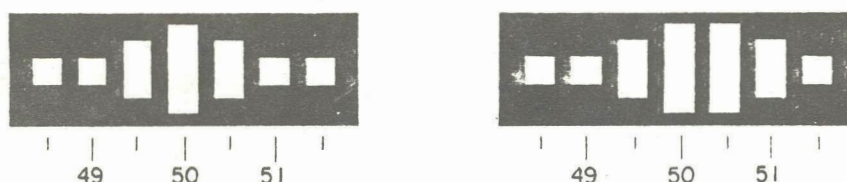


Figura 17

En el caso de la figura 17 (izquierda), se observa que el centro de la lengüeta con mayor desplazamiento está exactamente sobre el valor 50 Hz, lo que indica que es la lectura adecuada para el valor de la frecuencia a medir. En la parte derecha de la figura 17, se observa que hay dos lengüetas con máximo desplazamiento, uno con su centro sobre el número 50, otra con su centro sobre el valor 50.5; lo que nos lleva a calcular el valor medio de las dos lecturas, es decir:

$$\frac{50 + 50.5}{2} = \frac{100.5}{2} = 50.25$$

Luego nuestra lectura será de 50.25 Hz.

En la actualidad se emplean, cada día más, los instrumentos digitales, razón por la que los frecuencímetros digitales que se emplean en las subestaciones permiten, como se ha dicho antes, una mayor precisión en la lectura ya que su valor se registra numéricamente en la pantalla del instrumento, sin que se incurra en ningún tipo de error al tomar la información.

II. DILIGENCIAMIENTO DE PLANILLAS

Como se ha dicho, toda la información tomada en la lectura de diferentes instrumentos ubicados en el patio de la subestación y en la sala de control, debe quedar consignada en registros o planillas con el fin de utilizarla para actividades de mantenimiento de algunos equipos o para el control permanente de la operación de la subestación y sus elementos integrantes.

Debe tenerse muy en cuenta que la toma de información y el diligenciamiento de las planillas de control o libros de registro, que a simple vista pueden parecer rutinaria, y de poca importancia, es definitiva dentro de la operación de la subestación; ya que una lectura errada o una mala anotación dan origen a una de las siguientes situaciones graves:

- Crear un estado de alerta que puede llegar hasta sacar de servicio uno o varios circuitos, cuando en realidad el estado y operación de los equipos es completamente normal.
- Establecer un estado de normalidad cuando en realidad puede existir una grave falla cuyas consecuencias serían muy graves para la empresa, para la red, y para los consumidores.
- Adicionalmente, la información contenida en las diferentes planillas y libros de registro son utilizados, entre otras cosas, para aspectos tales como:

- Elaboración de programas de mantenimiento
- Planeación de expansiones del sistema
- Programar en la forma más equilibrada, el consumo en cada una de las tres fases del circuito.
- Análisis históricos del comportamiento de los diferentes elementos de la subestación, y de ésta dentro del sistema.

Dependiendo del tipo de subestación y de las normas de operación y mantenimiento que tenga cada empresa de energía, usted encontrará diferentes clases de planillas a diligenciar, con una frecuencia definida igualmente por la empresa, en las que se anotarán, entre otros, datos sobre:

- Tensiones y corrientes en los diferentes circuitos de 13.2 KV, y 110 KV, si las hay.
- Temperatura de aceite en transformadores
- Número de aperturas de los interruptores, en los diferentes niveles de tensión
- Número de operaciones de los pararrayos.
- Contador de operaciones del TAP.
- Estado de la Sílica
- Nivel de aceite en los transformadores

En algunas subestaciones se tienen otros libros o planillas, en los que se registran las diferentes acciones de mantenimiento efectuadas al equipo de patio de la subestación, datos sobre equipo auxiliar, etc.

Como ilustración se anexan algunos formatos empleados por las Empresas Públicas de Medellín para el registro de información, pero debe recordarse que cada empresa de energía y en particular cada subestación, dependiendo de la organización de la red, tiene sus propias planillas de registro.

Adicionalmente se tienen en algunas empresas, libros para registrar cualquier novedad que se presente en el funcionamiento de la subestación.

III OPERACION DE EQUIPO AUXILIAR

Además del equipo de patio y el de la sala de control que constituyen la parte vital de la subestación, existen otros elementos no menos importantes que constituyen lo que comunmente se conoce como equipo auxiliar.

Aún cuando no todas las subestaciones tienen el mismo equipo auxiliar, y las diferentes empresas de energía tienen sus propios criterios y normas sobre el particular, nos referimos a los equipos auxiliares más utilizados.

A. BANCO DE BATERIAS

Es un equipo de uso generalizado en las subestaciones, ya que su función es garantizar la operación de los sistemas de protección, de mando y de señalización de la subestación, cuando se presenta un corte de energía.

Cualquiera que sea el sistema de montaje del grupo o banco de baterías, debe tenerse muy en cuenta que esté aislado eléctricamente del piso y en caso de emplearse estantería de madera y aisladores de porcelana, ambos deberán cubrirse con pintura antiácida (Figura 18).

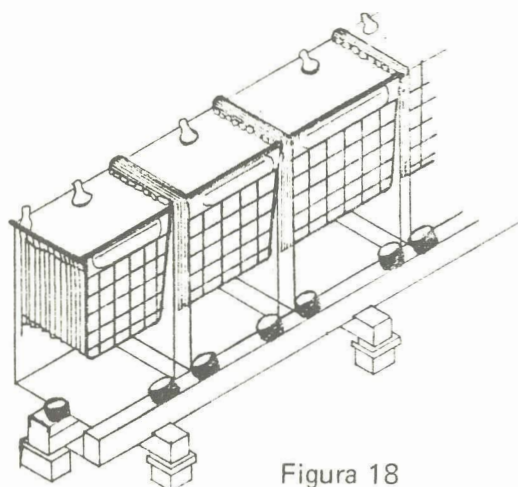


Figura 18

1. Constitución de la Batería:

Cada una de las baterías componentes del banco está compuesta de cinco elementos, a saber: Recipiente, placas, separadores, electrolito y conexiones.

a. Recipiente:

El recipiente es el receptáculo encargado de sostener en su interior el conjunto de placas y separadores, así como de almacenar el electrolito. (Figura 19).

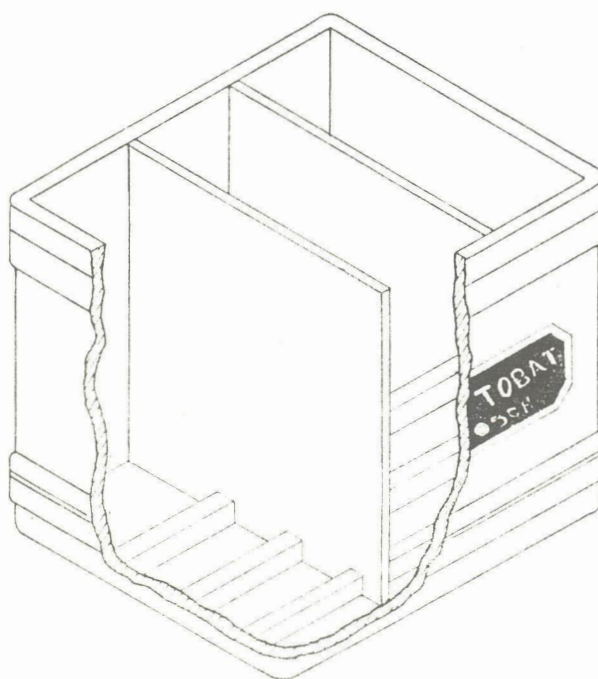


Figura 19

En vista de que el electrolito está hecho con base en el ácido sulfúrico, que es altamente corrosivo, el recipiente debe estar constituido con materiales resistentes, anticorrosivos y aislantes, siendo el polipropileno o combinaciones de caucho duro, los más empleados, aunque también se utiliza el vidrio.

b. Placas:

Son los elementos más importantes de la batería, pues constituyen el corazón de la misma. El objeto de las placas es almacenar en los múltiples agujeros de que se compone su cuerpo de plomo, la materia activa que se produce al convertirse la energía eléctrica en energía química. Figura 20.

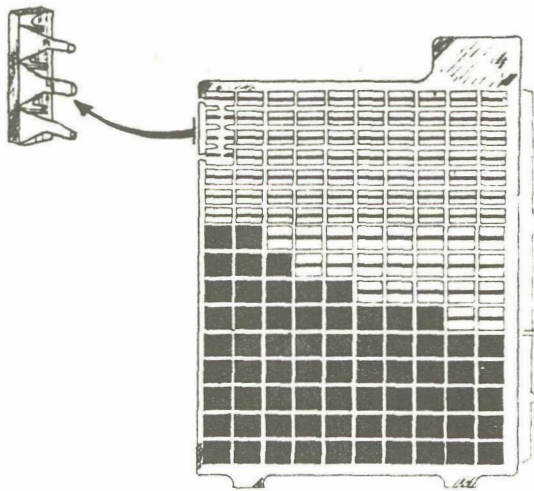


Figura 20

Esta transformación se hace a base de pequeñísimas partículas que se adhieren a las placas cuando la corriente eléctrica circula.

El color marrón oscuro permite identificar las placas positivas, mientras que las placas negativas presentan la característica de una coloración gris. El fenómeno de la sulfatación, que es el peor enemigo de las baterías de plomo, se produce únicamente sobre las placas negativas. Cuando ocurre este fenómeno, la placa se decolora y adquiere un color blanquecino, que permite apreciar su deterioro total o parcial.

c. Separadores :

Si por cualquier circunstancia las placas de diferente signo llegaran a estar en contacto, se producirá un corto circuito, y por lo tanto las placas dejarían de cumplir su función de almacenamiento de la corriente eléctrica.

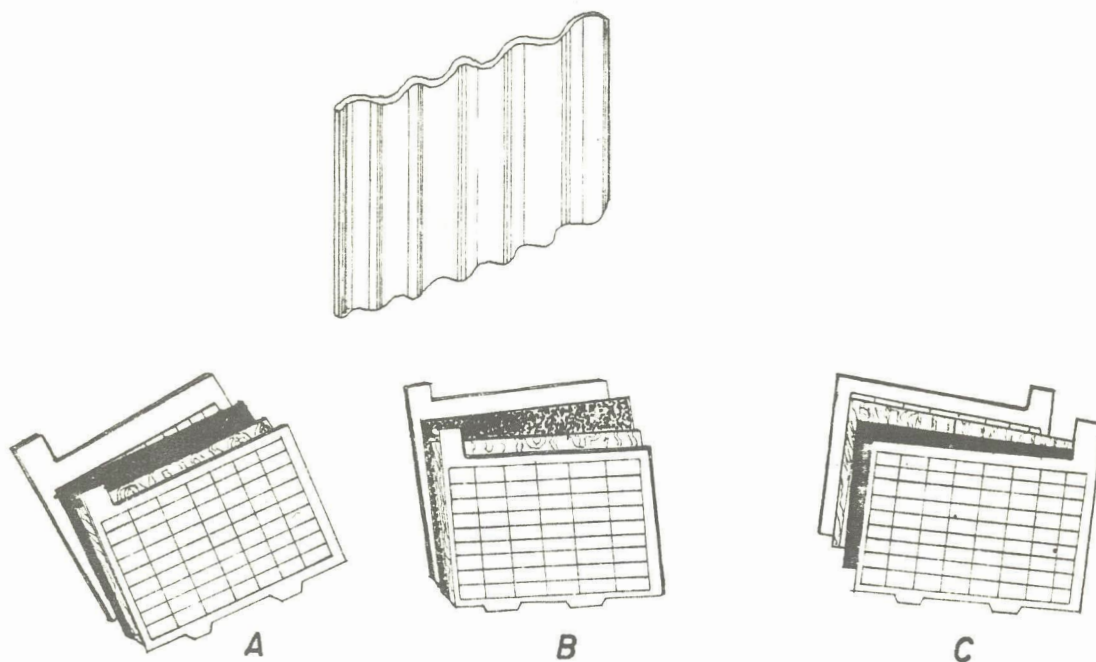


Figura 21

- Con el fin de evitar estos posibles inconvenientes, se colocan entre las placas unas finas láminas que generalmente son de fibra de madera de cedro, lana de vidrio, ebonita, etc. que se conocen como separadores. Fig. 21

d. Electrolito:

El electrolito que utilizan las baterías de plomo está compuesto por ácido sulfúrico puro y agua destilada. La mezcla de estos elementos debe reunir unas condiciones determinadas para que el electrolito posea las características que permitan su transformación en materia activa.

e. Conexiones:

La tensión de un acumulador es generalmente 2.1 ó 2.2 voltios; por lo que para mayores tensiones se unen en serie los bornes de varios acumuladores o celdas, y para ello se necesitan unas piezas llamadas conectores.

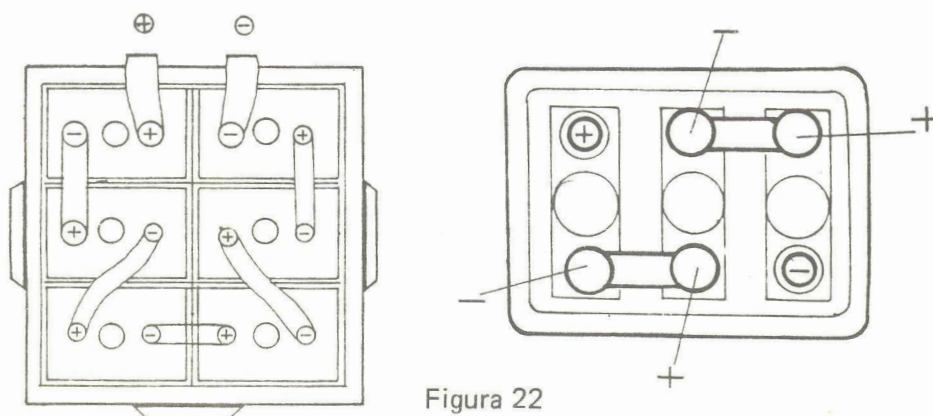


Figura 22

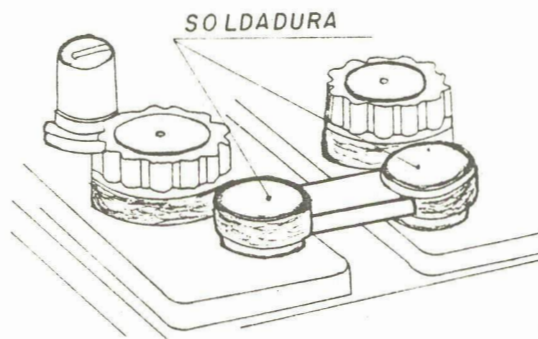


Figura 23

Los conectores son los elementos encargados de transportar la electricidad de una celda a otra, y deben ajustarse fuertemente al borne del acumulador para que el contacto eléctrico sea perfecto, se colocan entre el borne positivo de un acumulador y el borne negativo de otro adyacente, tal como se hace en las instalaciones en serie, figura 22; y para asegurar el buen contacto eléctrico se aplica soldadura en sus extremos. Fig. 23

2. Instrumentos de Medición para el grupo de Baterías:

a. Densímetro:

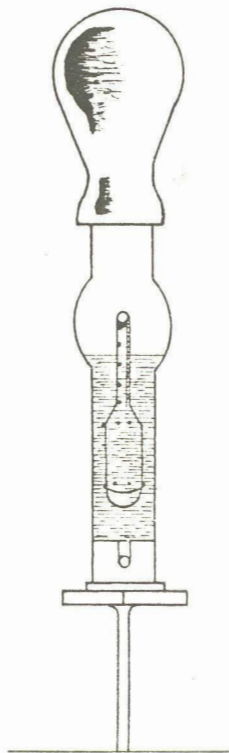


Figura 24

Como su nombre lo indica es un instrumento que permite medir el valor de la densidad que tiene el electrolito y por consiguiente poder saber si el peso específico resulta demasiado alto o muy bajo. Adicionalmente podemos establecer posibles diferencias entre los electrolitos de diferentes celdas. Fig. 24

La figura 25 ilustra la forma de utilizar adecuadamente el densímetro.

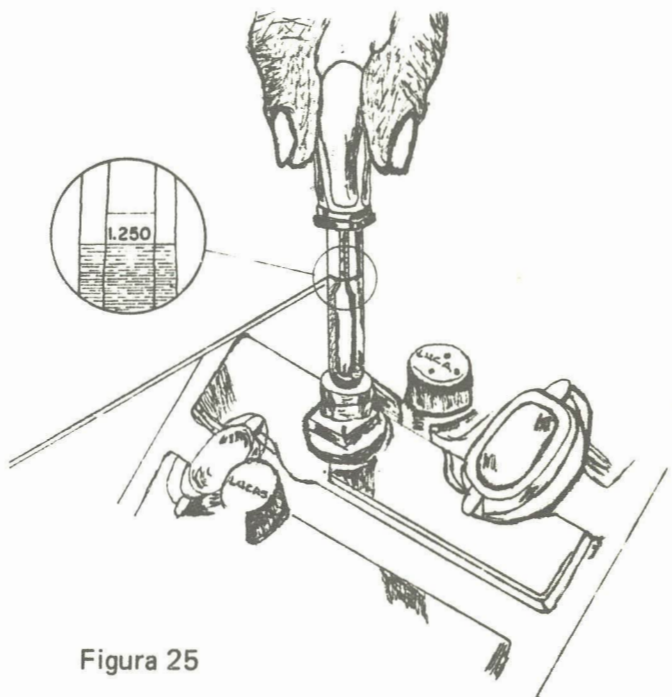


Figura 25

GRADOS CENT.	RECTIFI- CACION
40	- 17 +
	- 16 +
	- 15 +
	- 14 +
35	- 13 +
	- 12 +
	- 11 +
30	- 10 +
	- 9 +
	- 8 +
25	- 7 +
	- 6 +
	- 5 +
	- 4 +
20	- 3 +
	- 2 +
	- 1 +
15	- 0
	- 1 -
	- 2 -
10	- 3 -
	- 4 -
	- 5 -
	- 6 -
5	- 7 -
	- 8 -
	- 9 -
0	- 10 -

Es necesario tener en cuenta la temperatura para poder obtener una lectura correcta de la densidad del líquido, por lo que debe emplearse la tabla de figura 26, para hacer el ajuste a la lectura que se obtenga con el densímetro a 25°C.

Figura 26

La densidad normal del electrolito para las baterías de plomo es la siguiente:

Totalmente cargada: $1,275 \text{ Kg/cm}^3$ ó 1.275 Kg/M^3

A media carga: $1,230 \text{ Kg/cm}^3$ ó 1.230 Kg/M^3

Totalmente descargada: 1.110 Kg/cm^3 ó 1.110 Kg/M^3

b. Medidor de Tensión en las Baterías:

Los acumuladores de las baterías de plomo deben tener entre sus bornes una tensión comprendida entre 2, 1 y 2.2 voltios. Es importante que este voltaje sea diferente al estado de carga que tenga la batería, es decir, que aquella tensión debe existir en el acumulador, tanto en pleno estado de carga (1.275 de densidad) como en estado de descarga (alrededor de 1.150). Sin embargo, puede considerarse como normal la pérdida de una décima de voltio entre estos dos estados extremos de carga y descarga. También la temperatura puede afectar este valor que puede ser inferior en caso de frío extremo.

Para hacer la medición se emplea el instrumento que se ilustra en la figura 27, constituido por un mango aislado, dos puntas de prueba, una resistencia que produce la alta descarga, y un voltímetro conectado en forma paralela con la resistencia.

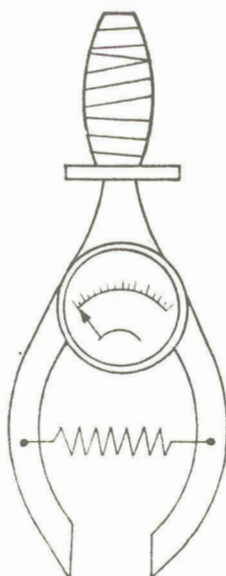


Figura 27

Las puntas de resistencia deben pinchar fuertemente los bornes o puentes en cada celda de la batería, para asegurar la circulación de la corriente en la resistencia de prueba.

La tensión del vaso bajo estas condiciones, será medida por el voltímetro y su valor permitirá conocer el estado de la batería. Si la lectura es inferior a 1.6 voltios en alguna celda indica que está en malas condiciones.

PLANILLA PARA MANTENIMIENTO DE BATERIAS

FECHA: _____

GRUPO	DENSIDAD POR - CELDA			NIVEL - ELECTOLITO - CELDA			TEMP. °C	VOLTAJE POR GRUPO	VOLTAJE POR CELDA					
	1	2	3	1	2	3			1	1A	2	2A	3	3A
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

OBSERVACIONES: _____

ELABORADO POR: _____

REVISADO POR: _____

Si hay diferencia mayor a 0.2 voltios entre las lecturas de las diferentes celdas, la batería debe ser reemplazada. Debe tenerse muy en cuenta que el voltímetro no debe aplicarse más de cinco segundos en cada celda, porque se descarga la batería.

Los datos tomados con el densímetro y el voltímetro son registrados en planillas que tienen diseño diferente según la empresa, pero como ejemplo se anexa un formato tipo empleado para este propósito.

B. CARGADOR DE BATERIAS

Dado que los sistemas o equipos cargadores de baterías tienen diseños y aspectos muy diversos, nos limitamos a saber que, consisten en fuentes de voltaje D. C., constituidas por un transformador que reduce el nivel de la tensión A.C y un sistema rectificador para convertir la corriente alterna en directa.

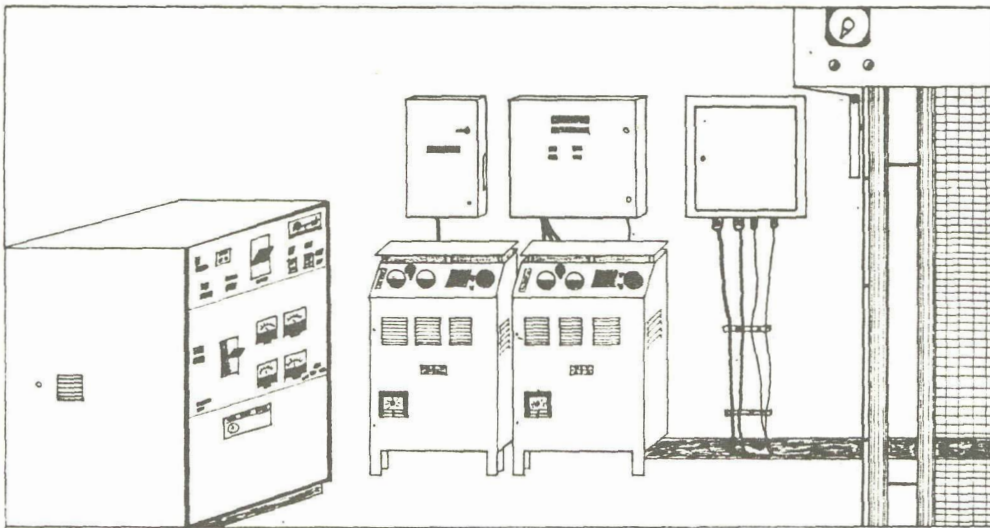


Figura 28

En la figura 28 se observa el aspecto físico de un equipo cargador de baterías de una subestación, en el que se aprecian los instrumentos indicadores de tensión y corriente, que permiten conocer el estado de operación del equipo.

C. PLANTA DE EMERGENCIA

Dependiendo de los criterios y normas existentes en las diferentes empresas de energía, en algunas subestaciones existen plantas de emergencia con el fin de suministrar energía eléctrica, cuando el circuito de servicio auxiliar no pueda hacerlo por avería o por suspensión de energía en la red; momento en el cual la planta opera automáticamente alimentando el cargador de baterías y algunos circuitos esenciales de alumbrado.

Dado que las plantas operan en forma esporádica, la tarea principal que se debe realizar es una periódica operación de chequeo (semalmente), previa revisión de los niveles de aceite, agua y combustible; con el fin de garantizar su perfecto funcionamiento cuando falte la energía de los servicios auxiliares.

D. COMPRESORES

En estos equipos es indispensable hacer periódicas revisiones del nivel de presión de aire, indicado por los manómetros, detectando cualquier fuga que pudiera existir.

E, EQUIPO DE COMUNICACIONES

Es fundamental garantizar en todo momento el adecuado estado de operación de los equipos de comunicación, ya que cualquier falla puede ocasionar serios problemas en la operación del sistema eléctrico.

Comunmente se emplea comunicación por sistema de radio (radio-patrullas), adicionalmente para mayor seguridad se tienen una o dos líneas telefónicas para uso exclusivo del personal de operación de la subestación.

Cualquier anormalidad en los sistemas de comunicación debe ser reportada de inmediato al operador o, en su defecto, a la dependencia responsable de estos servicios dentro de la empresa.

F. INVERSOR

Es un equipo cuyo objeto es convertir corriente directa en corriente alterna y tiene como finalidad alimentar el equipo de comunicaciones de la subestación.

El inversor toma la señal de corriente directa del cargador de baterías. Algunas subestaciones no tienen inversor.

REGISTRO DIARIO SUBESTACION COLOMBIA

DIA _____ MES _____ AÑO _____

INT. BELEN			INT. BELLO			TRF. ASEA 60MVA 110/44/13.2 KV.				ALIMENTADORES CORRESPONDIENTES AL TFR. ASEA 60 MVA										HORA					
KV.	MW	M. VARS.	KV	MW	M. VARS.	ALTA TENSION		TEMP. DEVAL. NADO. °C	MEDIA TENSION		BAJA TENSION		RIO-	RIO-	RIO-	RIO-	RIO-	RIO-	RIO-		RIO-	RIO-	RIO-		
						KV	A		KV	A	KV	A	A	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A
																								1:00	
																									2:00
																									3:00
																									4:00
																									5:00
																									6:00
																									7:00
																									8:00
																									9:00
																									10:00
																									11:00
																									12:00
																									13:00
																									14:00
																									15:00
																									16:00
																									17:00
																									18:00
																									19:00
																									20:00
																									21:00
																									22:00
																									23:00
																									24:00
CAMBIOS DEL TFR.			MAXIMA																						
			I(110KV), V(110KV), MVA(44KV), MVA(13.2KV), DURACION, TEMPERATURA (ACEITE), NUMERO DE CAMBIOS DEL TFR.																						
			TFR . I																						
OBSERVACIONES :																									

R E S U M E N

La toma de información del nivel y la temperatura del aceite, estado de la silica y el contador de operaciones del TAP en el transformador, el número de operaciones de los interruptores y el de descargas soportadas por los pararrayos nos indican el estado y las condiciones de trabajo del equipo.

Para leer adecuadamente el valor real de una medición hay que tener en cuenta el calibre del instrumento, los valores en la escala y ver la indicación de lectura de fuente, aunque modernamente se utilizan instrumentos digitales que muestran directamente el valor en números, en lectura directa.

Cada electrificadora tiene sus propios modelos de planillas los cuales hay que conocer para no equivocarse los datos a consignar y propiciar así, errores y conclusiones falsas.

B I B L I O G R A F I A

CASTEL FRANCH, GIUSEPPE, Instalaciones Eléctricas, Barcelona. Editorial Gustavo Gili.

DONAL G. FINK, H. WAYBE BEATY; JOHN M. CARROL. Manual Práctico de Electricidad para Ingenieros (I - II - III), 1a. ed., Barcelona, Editorial Reverté.

GENERAL ELECTRIC SF₆ Circuit Breakers, Type FG1. SF Switchgear for Transmission, pl 9.

GERIN, MERLIN Disyuntores FA de Autosoplado de SF₆. 72.5 a 765 Kv.

NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION. Interruptores de alta tensión para corriente alterna. (SG4 — 1968 R1973)
Interruptores de potencia de baja tensión (SG 3 — 1971).

RAMIREZ, JOSE. Estaciones de Transformación y Distribución. Protección de sistemas Eléctricos, Enciclopedia CEAC de Electricidad, 1a. ed. Barcelona, octubre 1972.

THE INSTITUTE OF ELECTRICIAN AND ELECTRONIC ENGINEERS. Cierra Circuitos Automáticos para Sistemas de Corriente Alterna (IEEE 437 — 1974)

Interruptores de Alta Tensión para Corrientes Alternas (IEEE 417 — 1973, ANSI C37.079 — 1973)

Conjunto de Interruptores de Potencia y Conmutadores para Corriente Alterna de Baja Tensión (ANSI C37 — 19 — 1963).

WESTINGHOUSE, Interruptores de Gas SF Monopresión. Mando Tripolar, Monocámara. Madrid 1980.

